


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Talotekniikan koulutus

Mikko Laakkonen

VALOKAARIVIKASUOJALAITTEEN KÄYTTÖ KIINTEISTÖJEN
SÄHKÖASENNUKSISSA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018

 Karelia AMMATTIKORKEAKOULU	OPINNÄYTETYÖ Huhtikuu 2018 Talotekniikan koulutus Tikkarinne 9 80200 JOENSUU +358 13 260 600 (vaihde)	
Tekijä(t) Mikko Laakkonen		
Nimeke Valokaarivikasuojalaitteen käyttö kiinteistöjen sähköasennuksissa		
Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus tutkia valokaarivikasuojalaitteen käyttöä kiinteistöjen sähköasennuksissa Suomessa. Aiheen valintaan vaikutti suurimmalta osin vuonna 2017 uudistunut standardisarja pienjännitesähköasennuksista, SFS 6000, joka suosittelee käyttämään valokaarivikasuojausta tiettyjen tilojen suojaukseen. Valokaarivikasuojauksen käyttöä kiinteistöjen asennuksissa tutkittiin teettämällä tutkimuskysely alalla työskenteleville tahoille. Kysely lähetettiin sähköpostitse yrityksiin tammi–helmikuussa 2018. Tutkimuksen tuloksista huomattiin, että laitteiden käyttö on tällä hetkellä erittäin harvinaista Suomessa. Kuitenkin huomattiin, että vastaajat uskoivat laajasti laitteiden hyödyllisyyteen ja yleistymiseen. Tutkimuksen perusteella voitiin huomata, että valokaarivikasuojat tulevat mahdollisesti yleistymään tulevaisuudessa, mutta tämä edellyttää laitteiden hintojen alenemista, laitetarjonnan kasvua ja laitteiden luotettavaa toimimista. Toinen asia, joka vaikuttaa laitteiden yleistymiseen oli pakollisuus eli lakien tai asetusten muuttaminen niin, että veloitetaan käyttämään laitteita. Laitteiden hyötyjä ja aiheutuneita kustannuksia tulisi pohtia ennen laitteiden yleistämistä laajemmin laein ja asetuksin.		
Kieli suomi	Sivuja Liitteet Liitesivumäärä 2	30 2
Asiasanat pienjännitesähköasennukset, valokaari, valokaarivikasuojalaite		



THESIS
April 2018
Degree Programme in Building Services
Engineering
Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Mikko Laakkonen

Title
Using Arc Fault Detection Devices in Electrical Installations of Buildings

Abstract

The aim in this thesis was to investigate the use of arc fault detection devices in electrical installations of buildings in Finland. The subject was chosen mainly because the 2017 revised standard series of low voltage electrical installations, SFS 6000, recommends using arc fault detection to protect some rooms from electrical fires.

The use of arc fault detection in a building's installations was investigated by conducting a research inquiry to those working in the field. The inquiry was sent by e-mail to companies in January and February of 2018. The results of this study revealed that the use of devices is currently very rare in Finland. However, it was noted that the respondents believed that the devices are useful and will be used more widely in the future.

Based on this study, it could be noted that arc fault detection devices will probably become more common in the future in Finland, but it will require a decrease in prices, an increase in device availability, and reliable operation of device. Another thing which could affect the widespread use of the device is to change the laws or regulations so that the use of the device becomes mandatory. The benefits of the device and the costs incurred should be considered before making the use of the devices more common with laws and regulations.

Language
Finnish

Pages	30
Appendices	2
Pages of Appendices	2

Keywords
arc fault, arc fault detection device, low voltage electrical installations

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Valokaarivikasuoja-laite	7
2.1	Valokaarivikasuoja-laite	7
2.2	SFS6000-standardisarja.....	9
2.3	Sarja- ja rinnakkaisvalokaari	10
3	Valokaarivikasuoja-laitteen käyttö.....	11
3.1	Valokaarivikasuoja-laitteen käyttö Suomessa	11
3.2	Valokaarivikasuoja-laitteen käyttö muualla maailmassa.....	12
4	Tutkimuksen toteutus.....	14
4.1	Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset	14
4.2	Aineiston esittely	15
4.3	Aineiston analyysi	15
5	Tulokset	17
5.1	Valokaarivikasuoja-laitteen käyttö kiinteistöjen sähköasennuksissa.....	17
5.2	Mielipiteet valokaarivikasuoja-jauksen hyödyllisyydestä kiinteistöjen sähköasennuksissa	18
5.3	Vastaajien näkemys valokaarivikasuoja-jauksen yleistymisestä kiinteistöjen sähköasennuksissa	21
6	Pohdinta	24
6.1	Tulokset suhteessa aiempiin tutkimuksiin sekä jatkotutkimusaiheet	24
6.2	Eettinen pohdinta.....	26
6.3	Tutkimuksen luotettavuus	27

Lähdeluettelo

Liitteet:

- Liite 1 Tutkimuskyselylomake
- Liite 2 Kyselyn saatekirje

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia valokaarivikasuojalaitteen käyttöä kiinteistöjen sähköasennuksissa Suomessa. Käyttöä tutkittiin tekemällä tutkimuskysely Suomen kahdeksaantoista suurimpaan kaupunkiin. Aihe löytyi törmäämällä kyseiseen laitteeseen toisen kurssin esitelmän aiheena. Kun laitteesta ei löytynyt merkittävästi tutkimustietoa suomen kielellä, siitä tuli ajatus, että laitteesta voisi tehdä tutkimustyyppisen opinnäytetyön. Lisäksi aihe tuntui ajankohtaiselta, sillä uudistunut standardi otti kantaa laitteiden käyttöön. Lisäksi tutkimuksesta voi olla hyötyä tahoille, jotka käyttävät, valmistavat tai suunnittelevat kyseisiä laitteita.

Tutkimuksessa tutkittiin valokaarivikasuojalaitteen käyttöä Suomessa kiinteistöjen sähköasennuksissa. Aihe rajautui koskemaan laitteiden käyttöä Suomessa, sillä uusi SFS 6000 -standardisarja uudistui Suomessa (SFS ry 2017a). Standardi suosittaa käyttämään laitteita esimerkiksi makuuhuoneissa sekä tiloissa, joissa käsitellään tai varastoidaan paloherkkiä aineita (STUL 2017, 124). Lisäksi aihe rajautui koskemaan vain kiinteistöjen sähköasennuksia. Suuritehoisissa asennuksissa valokaarivikasuojia tai tarkemmin sanottuna valokaarisuojareleitä, jotka havaitsevat haitalliset valokaaret valokennoihin perustuvalla tekniikalla. Tekniikkaa on jo käytetty pidempään suurivirtaisten tai -tehoisten sähkökeskusten ja -kojeistojen suojana (Petäys 2017, 16–17).

Suomessa pienjännitesähköasennusten standardisarja SFS 6000 päivittyi syksyllä 2017. Uudessa sarjassa yhtenä suurimmista uudistuksista vanhaan sarjaan nähden oli sähköasennusten paloturvallisuusasiat, muun muassa valokaarivikasuojalaitteiden käytön suosittelu sekä liesivahdit. Valokaarivikasuoja ei ole kuitenkaan uusi keksintö. Laitteita on käytetty jo vuosikaudet Suomessa suurjännitepuolella, missä mahdolliset valokaaret aiheuttaisivat mittavia vahinkoja muun muassa sähköjakelukeskuksissa. Lisäksi laitteita on käytetty jo kiinteistöjen asennuksissakin esimerkiksi Yhdysvalloissa (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL 2017, 125). Lisäksi Saksa on siirtynyt kansallisissa standardeissaan valokaarivikasuojien käyttöön (Nurmi 2018). Saksa on mahdollisesti toiminut suunnannäyttäjänä myös suomalaisille sähköturvallisuusviranomaisille.

Tutkimuksen tarkoituksena oli antaa vastaus kolmeen tutkimuskysymykseen. Tutkimus haki vastauksia siihen, millaisia kokemuksia sähköalan ammattilaisilla oli valokaarivikasuojalaitteen käytöstä kiinteistöjen asennuksissa, miten hyödylliseksi laite koettiin kyseenomaisissa asennuksissa sekä uskottiinko laitteen yleistymiseen. Tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Aineisto on kerätty tammi–helmikuussa 2018. Aineiston analyysimenetelmä on kolmivaiheinen fenomenografinen kontekstianalyysi. Lopuksi tuloksia on verrattu olemassa olevaan materiaaliin, pohdittu jatkotutkimusaiheita sekä tulosten luotettavuutta ja tutkimuksen eettisiä näkökulmia.

2 Valokaarivikasuojalaite

Tässä luvussa kerrotaan valokaarivikasuojalaitteen toiminnasta, sekä avataan muita tutkimuksen keskeisimpiä käsitteitä lukijalle. Keskeisimmät käsitteet ovat valokaarivikasuojalaite, SFS6000 -standardisarja sekä sarja- ja rinnakkaisvalokaari.

2.1 Valokaarivikasuojalaite

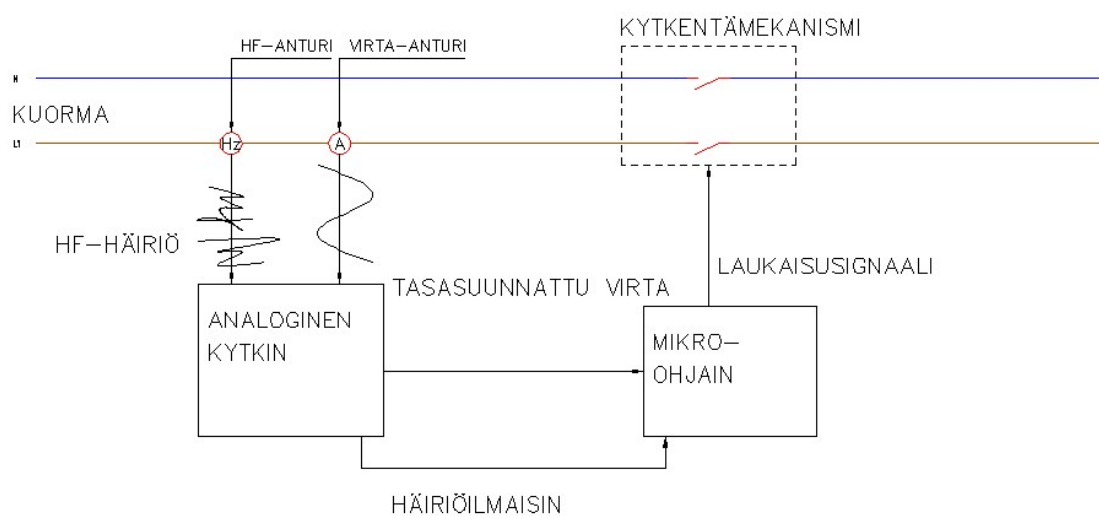
Usein sähkölaitteistoista johtuvat tulipalot johtuvat valokaareen liittyvistä ilmiöistä. Nämä ilmiöt johtuvat muun muassa sarja- tai rinnakkaisvalokaarista ja johtimen välillä esiintyvistä eriste vioista tai löysistä liitoksista. Sarjavalokaarella ei synny vuotovirtaa maahan, minkä takia tutkimuksen tekemisen hetkenä yleistynyt vikavirtasuojia ei havaitse kyseistä ilmiötä. Liitosten vikaantuminen kaapeleissa voi johtaa tulipaloon. Tätä paloriskiä voidaan pienentää käyttämällä valokaarivikasuojalaitetta. (STUL 2017, 124.)

Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton julkaisemassa Kaapeleiden paloturvallisuus -teoksessa (Autio, I. 2004, 60) todetaan seuraavasti:

”Sähköverkkoon tullut vika saattaa aiheuttaa valokaaren. Valokaarella lämpötila on useita tuhansia asteita. Tällaisessa vikatilanteessa ympäristössä oleva materiaali syttyy herkästi. Ylivirtasuojauksen tulee katkaista jännite tällaisessa tapauksessa. Ongelmana on kuitenkin katkaisuun kuluva aika. Valokaari ehtii palaa hetken ja korkea lämpötila aiheuttaa tuhoa ympäristössä sekä sytyttää tulipalon. Katkaisuun kuluva aika saattaa venyä valokaaren sisäisen resistanssin rajoittaessa syntyvää vikavirtaa.”

Teos on julkaistu vuonna 2004, mikä voi selittää, ettei aiheen käsittelyssä ole nostettu esille valokaarivikasuojaa, vaan tapausta on pidetty ongelmana.

Kuvassa 1 on esitetty valokaarivikasuojalaitteen toimintaperiaate. Laitteessa on katkaisuyksikkö, mihin viedään vaihe- sekä nollajohdin suojattavasta piiristä. Vaihejohdin menee kahden anturin kautta, joista ensimmäinen anturi mittaa johtimen virtaa. Toisen anturin tarkoituksena on valvoa suuritaajuisia signaaleja. Laitteessa tulee olla analoginen kytkin, jonka tehtävänä on muuntaa signaalit mikro-ohjaimelle. Suuritaajuiset signaalit tarkoittavat häiriötä, joka johtuu valokaaresta. Lisäksi tarkkaillaan, katkeako virta jännitteen nollakohdassa. Mikro-ohjaimelle tulee asettaa laukaisukriteerit, jonka perusteella laite katkaisee virtapiirin valokaarivian aiheuduttua. (STUL 2017, 124-125.)



Kuva 1. Valokaarivikasuojalaitteen periaate- ja toimintakaavio (Mukailtu STUL 2017, 215).

Sarja- ja rinnakkaisvalokaaren havaitsemiseen tarvitaan erilaiset mekanismit. Laitteen toiminta perustuu suuritaajuisien häiriöiden havaitsemiseen luotettavasti. Luotettavuus tarkoittaa, että joidenkin sähkölaitteiden normaalista käytöstä tulee signaaleita, jotka havaitessaan ja niihin reagoidessaan laite tekee turhan katkaisun. Esimerkkinä voidaan pitää porakonetta, jonka normaali käyttö aiheuttaa kipinöintiä. Mikro-ohjaimen on tosin sanoen erotettava oikea vikatilanne sekä normaalista käytöstä johtuvat signaalit. Suojalaite esimerkiksi vertaa häiriöiden voimakkuutta tai esiintymistiheyttä ja mikäli vika ei esiinny tarpeeksi usein, laite nollaa vikarekisterin ja aloittaa laskennan alusta. (STUL 2017, 125.)

Valokaarivikasuojalaite tulee asentaa suojattavan johdon alkupäähän, esimerkiksi huoneiston ryhmäkeskukseen. Laite voi olla itsenäinen tai erillinen. Itsenäinen

valokaarivikasuoja laite tarvitsee laukaisuyksikön. Erillinen laite yhdistetään eli integroidaan johdonsuojakatkaisijan, vikavirtasuojan tai näiden yhdistelmän (henkilösuoja) kanssa, jolloin vian havaittuaan valokaarivikasuoja antaa laukaisukäskyn siihen liitettylle laitteelle. (STUL 2017, 125.)

Standardin SFS-EN 62606 mukaisten laitteiden käyttö voi auttaa vähentämään sähkölaitteistoista aiheutuvista suurehkoista sähköpaloista johtuvaa ihmisiin, omaisuuteen tai kotieläimiin kohdistuvaa riskiä vaihtovirtapiireissä. (SFS ry 2017b, 109.)

Samassa standardissa määritellään kolme erityyppistä laitetta:

-Yksittäisenä laitteena toimiva valokaarivikasuoja. Sisältää ilmaisuyksikön ja laitteen. Tarkoitettu asennettavaksi sarjaan oikosulkusuojan kanssa.

-Yksittäisenä laitteena toimiva suojalaite. Sisältää ilmaisuyksikön sisäänrakennettuna laitteeseen, joka täyttää tietyt standardivaatimukset.

-Paikan päällä asennettavaksi tarkoitettu laite. Koostuu ilmaisuyksiköstä sekä määritellystä suojalaitteesta. (SFS ry 2017b, 109)

2.2 SFS6000-standardisarja

Standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset koostuu 39 standardista. Ensimmäiset seitsemän osaa perustuvat CENELECin standardisarjaan HD 60364 (Low-voltage electrical installations). CENELEC on eurooppalainen standardisointijärjestö. Suomalainen SFS 6000 on melko tarkka käännös esikuvastaan (SFS ry 2017a).

Standardien uusimisväli suurempina kokonaisuuksina on viisi vuotta. Edellinen suurempi uudistus tehtiin vuonna 2017. Sitä ennen uudistus oli tehty vuonna 2012 ja seuraava uudistus on näin ollen 2022. Vuoden 2012 painoksen jälkeen on tullut runsaasti muutoksia, jotka ovat päivitetty vuoden 2017 painokseen. Standardeita, joiden esikuvastandardeihin ei tule muutoksia, voidaan korjata mahdollisista kirjoitusvirheistä sekä niiden viittaukset voidaan saattaa ajantasaisiksi. (SFS ry 2017a).

Standardisarja SFS 6000 antaa sääntöjä, joilla varmistetaan sähköasennusten turvallisuus. Asennusten turvallisuutta koskevat varsinaiset määräykset on kirjattu sähköturvallisuuslakiin sekä valtioneuvoston asetuksiin. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES määrittelee standardit, joita noudattamalla katsotaan vaatimusten täyttyminen sähköturvallisuuden osalta. Uusi SFS 6000 on laadittu niin, että se täyttää lainsäädännön vaatimukset ja näin ollen standardeja voi soveltaa heti, kun ne julkaistaan (SFS ry 2017a).

SESKO valmistelee sähkötekniikan ja elektroniikan standardit Suomessa. SESKO on sähkötekniikan alan standardointijärjestö. SESKOn komitea on valmistellut uudet SFS 6000 -standardit. Komiteaan kuuluu noin 20 jäsentä, jotka edustavat koko alan kenttää. Mukana on muun muassa urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja jakeluverkkoyhtiöiden edustajia. SESKO muodostuu 42 komiteasta ja reilusta sadasta seurantaryhmästä, joiden tehtävänä on seurata ja tarkkailla CENELEC:in työtä. IEC on kansainvälinen standardointijärjestö. (SESKO 2017, 2-6.)

2.3 Sarja- ja rinnakkaisvalokaari

Johtimen katkeaminen tai viallinen liitos voi johtaa sarjavalokaaren syntymiseen (Utriainen 2017, 25). Johtimen virrantiheys kasvaa ja lämpötila nousee vaurioitumisen seurauksena, joka johtaa johtimen sulamiseen vaurioituneesta kohdasta. Sulaneeseen johtimeen syntyy ilmaväli. Seuraavassa vaiheessa syntyy kipinä, joka ionisoi välin, mikä muodostaa plasmaa. Mikäli virta johtimessa on tarpeeksi suuri, syntyy niin paljon plasmaa, että virta pääsee johtumaan siinä. Silminnähtävä valokaari on kyseistä plasmaa (Piispa 2017, 34-35).

Rinnakkaisvalokaarella tarkoitetaan vaihe- ja nollajohtimen välille syntyvää, esimerkiksi eristeviasta johtuvaa valokaarta (Linja-aho 2017). Rinnakkaisvalokaarta pidetään vaarallisempana kuin sarjavalokaarta. Rinnakkaisvalokaari aiheutuu eri potentiaalisten, lähekkäisten johtimien osittaisesta oikosulusta (Utriainen 2017, 25).

3 Valokaarivikasuojalaitteen käyttö

Tämän kappaleen tarkoituksena on selvittää valokaarivikasuojalaitteen käyttöä Suomessa sekä muualla maailmassa. Luvussa esitellään aikaisempia tutkimuksia laitteesta, muuta olemassa olevaa tietoa laitteen käytöstä sekä muista ilmiöistä, jotka liittyvät laitteen käyttöön.

3.1 Valokaarivikasuojalaitteen käyttö Suomessa

Valokaarisuojauksen käyttö on ollut käytännön standardi Suomessa jo parikymmentä vuotta ja se etenee todennäköisesti virallisiin ja kansainvälisiin standardeihin (Kumpulainen 2014). Valokaarisuojauksella tarkoitetaan kuitenkin artikkelin tapauksessa sähkölaitoksiin sekä suurjännitepuolen asennuksiin liitettäviä suojauksia. Suomessa tämän tutkimuksen tyypistä valokaarivikasuojaa on tutkittu todella vähän. Lähinnä laitteen käyttöä on tutkittu ja pidetty yhtenä vaihtoehtona aurinkosähköjärjestelmien suojaamiseen (Utriainen 2017; Piispa 2017).

Suomessa syttyy yli tuhat sähköpaloa vuodessa. Sähköpalon määritelmänä on, että suorana syttymisenergiana toimii sähkö. Huono liitos johtaa siihen, että sähkövirta ei kulje normaalisti. Huono liitos voi tarkoittaa löysän lisäksi liian kireälle kiristettyä liitosta. Molemmissa tapauksissa sähkövirran kulussa on ongelma. Vieras esine, pöly tai kosteus sähkölaitteessa voivat lisäksi aiheuttaa valokaaren sähkölaitteessa. (Tukes 2017)

Paloista aiheutuu Suomessa vuonna 2005 tehdyn tutkimuksen mukaan noin sata kuolemaa vuodessa. Määrä on kansainvälisesti korkea. Paloista johtuneiden vahinkojen arvioidaan olevan arvoltaan noin 210 miljoonaa euroa vuodessa. Sähköpaloissa Suomessa kuolee vuosittain noin kymmenen henkilöä ja sähköpalojen omaisuusvahinkojen arvioidaan olevan noin 25 miljoonaa euroa. (Nurmi, Nenonen & Sjöholm 2005, 3.)

3.2 Valokaarivikasuojalaitteen käyttö muualla maailmassa

Valokaarivikasuojalaitteet ovat Yhdysvalloissa ja Kanadassa olleet pakollisia jo vuosituhatien alusta makuuhuoneiden ryhmäohdoissa. Yhdysvalloissa pakollisuus laajeni kaikkiin asuinhuoneisiin vuonna 2014. Lisäksi Saksassa laitteet tulivat pakollisiksi 2016 uudisasennuksissa. (Linja-aho 2017.) SESKO:n SFS 6000:sta vastaavan teknisen johtajan Tapani Nurmen mukaan yhtenä syynä laitteiden yleistymiseen Yhdysvalloissa voidaan pitää pienempää käytössä olevaa jännitettä (120 V), minkä seurauksena vastaavasti virran on oltava suurempi. Suuritehoiset laitteet, esimerkkinä ilmastointilaitte, ovat vikaantuessaan aiheuttaneet tulipaloja, joita pyritään ehkäisemään valokaarivikasuojalaitteilla (Nurmi 2018).

Yhdysvalloissa vuosien 2010-2014 tehdyn raportin mukaan tulipalot ja sähkökuolemat ovat vähentyneet noin 20% vuosikymmenen aikana. Yhtenä positiiviseen muutokseen johtaneena asiana nähtiin uudet paloja ehkäisevät teknologiat, kuten valokaarivikakatkaisijat (arc fault circuit interrupters), jotka vastaavat tässä tutkimuksessa esitettyjä valokaarivikasuojalaitteita. (AFCI Safety 2018). Yhdysvaltojen kuluttajalaitetuvallisuuskomissio arvioi lisäksi, että valokaarisuoja voi ehkäistä yli 50% sähköpaloista. HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development) listasi tämän teknologian avainasemaan sähköpalojen ja -loukkaantumisien ehkäisemisessä. (Winstanley 2017).

IEC (kansainvälinen standardointijärjestö) sai valmiiksi vuonna 2013 tuotestandardin, joka koskee valokaarivikasuoja. Tuotestandardi on nimeltään IEC 62606 General requirements for arc fault detecting devices. Saksa oli vahvasti mukana tämän standardin valmistelussa. Myöhemmin Saksa teki esityksen IEC:n sähköasennusten standardointikomitealle TC 64. Esitys piti sisällään, että kun on olemassa oleva laitestandardi, laitteen käyttö pitäisi ottaa huomioon lisäksi sähköasennuksia koskevassa standardisarjassa IEC 60364. (Nurmi 2018.)

Saksa on myös tehnyt ehdotuksen, jonka mukaan valokaarivikasuojan käyttö pitäisi olla pakollista makuuhuoneiden sähköasennusten syötöissä. Ehdotus tuli kuitenkin torjutuksi yleisellä lausuntokierroksella. Tämän seurauksena vaatimus muuttui suositukseksi

sähköasennuksia koskevassa standardissa. Syynä tähän voidaan pitää sitä, että kyseisien laitteiden valmistajia oli tuohon aikaan hyvin vähän, minkä seurauksena laitteet olivat kalliita. Lisäksi kyseisissä laitteissa on usein alussa epäluotettavuutta, mikä voi johtaa huonoon maineeseen koko laitteelle. Esimerkkinä voidaan pitää vikavirtasuojaa. (Nurmi 2018.)

4 Tutkimuksen toteutus

Työn neljäs kappale esittelee tutkimuksen toteutukseen liittyvät asiat. Luvussa esitellään tutkimustehtävä, tutkimuskysymykset, kerätty aineisto sekä aineiston analyysimenetelmä.

4.1 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen varsinaiset tutkimuskysymykset olivat:

- Miten yleistä valokaarivikasuojalaitteen käyttö on tällä hetkellä kiinteistöjen sähköasennuksissa Suomessa?
- Miten hyödylliseksi laitteiden käyttö koetaan kiinteistöpuolen sähköasennuksissa?
- Millaisena laitteen tulevaisuus nähdään kiinteistöjen sähköasennuksissa?

Tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Kvalitatiivisuus tarkoittaa, että tutkimuksen tarkoitus on ymmärtää tutkittavan ilmiön laatua ja pyrkiä luomaan uutta tietoa aiheesta selkeästi jäseneltyyn muotoon (Eskola & Suoranta 1998, 138). Tutkimuskyselyn kysymysten määrä oli mietitty niin, että kysymyksiin vastaaminen ei veisi tutkittavilta montaa minuuttia. Kuitenkin kysymykset oli laadittu niin, että aineisto vastaisi mahdollisimman tarkasti tutkimuskysymyksiin.

Kiinteistöpuolelta laitteesta ei löytynyt varsinaista tutkimustietoa Suomesta. Aihetta oli sivuttu opinnäytetyössä (Utriainen 2017, 30) aurinkosähköjärjestelmän paloriskien minimoimiseksi. Tämän perusteella oli perusteltua alkaa tutkimaan laitteen käyttöä ja sitä, mitä mieltä sähköalan ammattilaiset ovat laitteesta sekä sen käytännöllisyydestä. Tutkimuksen perusteella voidaan miettiä esimerkiksi, onko laitteiden yleistymiseen tai yleistämiseen tarvetta.

4.2 Aineiston esittely

Aineisto on kerätty kevättalvella 2018. Kysely lähetettiin 121 eri toimijalle. Kyselyn yhteydessä lähetettiin saatekirje sekä varsinainen kyselylomake sähköpostilla yrityksiin. Saatekirje ja kyselylomake ovat nähtävissä tämän työn liitteinä (Liite 1 & 2). Ensimmäiset kyselyt lähetettiin 24.1.2018 ja vastausaikaa annettiin kaikille vastaajille 16.2.2018 saakka. Viimeiset kyselyt lähetettiin 6.2.2018.

Tutkittavat valikoituivat tutkimukseen hakukone Googlen ensimmäisinä näyttämiin tuloksiin tietyillä hakusanoilla. Hakusanoja olivat sähköurakointi ja tutkittava kaupunki; sähkösuunnittelu ja tutkittava kaupunki; sähkökeskus ja tutkittava kaupunki. Tutkimus lähetettiin Suomen kahdeksaantoista suurimpaan kaupunkiin.

Lopullisesti kyselyyn vastasi seitsemän vastaajaa. Laadullisen tutkimuksen tekemiseen vastaajien määrä on riittävä, sillä aineistosta nousi selkeät päälinjat esiin jo näiden vastausten pohjalta. Kyselyyn vastanneet tahot tulivat seuraavista kaupungeista: Helsinki (kolme vastaajaa), Joensuu, Espoo, Pirkkala ja Oulu. Kyselyyn vastanneet edustivat sähköurakointia, -suunnittelua ja viranomaistoimintaa harjoittavia tahoja.

Ennen varsinaisen aineiston keruuta tehtiin koekysely, johon valikoitui ihmisiä tutkijan lähipiiristä, jotka työskentelevät alalla. Koekysely on teetetty, jotta mahdolliset puutteet kyselyssä tulisivat ilmi ja jotta kyselyyn saataisiin toivotunlaisia vastauksia. Koekyselyn jälkeen viimeinen kysymys muokattiin niin, että vastaus tuli perustella. Muuten riskinä olisi voinut olla tutkimuksen kannalta merkityksettömiä kyllä/ei-vastauksia.

4.3 Aineiston analyysi

Kvalitatiivisen tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena on tuottaa tietoa tiiviiseen ja jäsenneltyyn muotoon. Tutkimuksen informaatio ei saa kadota tiivistämisessä, vaan kaikki tieto tulee tuoda esille tiivistetyssä muodossaan. Keskeisin vaihe laadullisessa tutkimuksessa on analyysi. Siinä pyritään löytämään erot ja yhtäläisyydet aineistosta.

(Eskola & Suoranta 1998, 138, 140.) Tässä tutkimuksessa keskitytään kartoittamaan sähköalan ammattilaisten mielipiteitä ja käyttökokemuksia valokaarivikasuojalaitteesta.

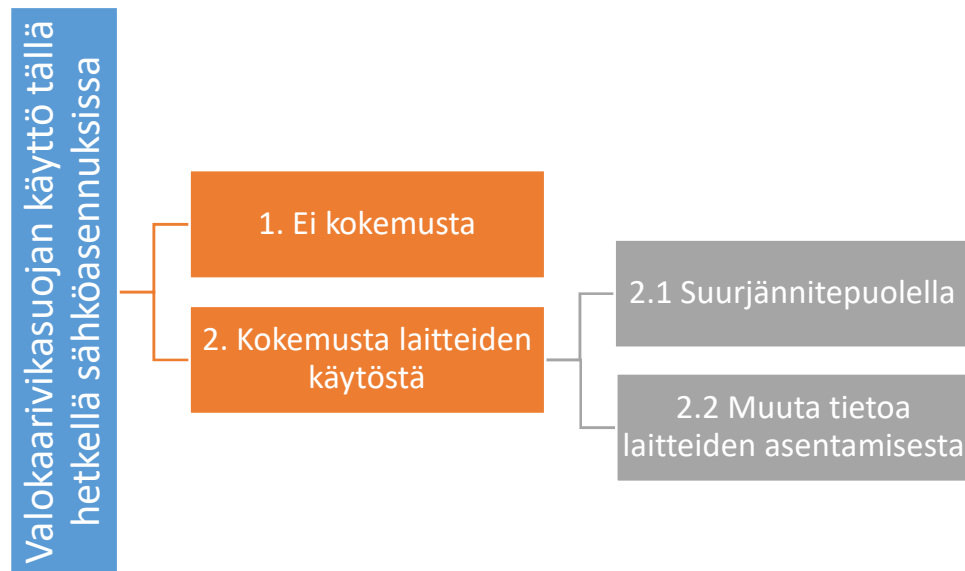
Aineiston analyysimenetelmä on kolmivaiheinen fenomenografinen kontekstianalyysi. Kolmivaiheisuus tarkoittaa merkityksikköjen luomista, ilmausten vertailua toisiinsa ja kategorioiden sekä niiden välisten suhteiden muodostamista. Ensimmäisessä vaiheessa aineistoon perehdytään huolellisesti ja pyritään löytämään vastausten joukosta huomionarvoisia ilmauksia, joiden pohjalta luodaan tutkimuksen kuvauskategoriat. Toisessa vaiheessa erot ja samankaltaisuudet luokitellaan omiksi luokikseen ja muodostetaan niistä kuvauskategorioita. Lopuksi varmistetaan, että kaikki kategoriat ovat itsenäisiä eikä kategorioissa ole päällekkäisyyksiä. Kategoriat kuvataan abstraktimmin ja tulosten joukkoon liitetään lainauksia tutkimuksen aineistosta, mikä selventää kategorioiden jaottelua. (Häkkinen 1996, 41–43.)

5 Tulokset

Tässä kappaleessa käsitellään tutkimuksen tulokset. Tuloksien esittämisessä on käytetty merkintätapaa T sekä juokseva numero. T:llä tarkoitetaan tutkittavaa ja juoksevilla numeroinnilla on erotettu vastaajat toisistaan. Numerointi valikoitui sattumanvaraisesti aineiston analysointivaiheessa. Tulokset analysoitiin aiemmin esitellyllä kolmivaiheisella fenomenografisella kontekstianalyysillä.

5.1 Valokaarivikasuojalaitteen käyttö kiinteistöjen sähköasennuksissa

Tutkittavat jakautuivat kahteen kategoriaan sen mukaan, oliko heillä kokemusta laitteen käytöstä vai ei. Kokemusta laitteiden käytöstä -kategoria jakautui vielä kahteen alakategoriaan; kokemusta suurjännitepuolelta sekä muuta tietoa laitteiden asentamisesta. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Valokaarivikasuojalaitteiden käyttö tällä hetkellä

Vastausten perusteella voidaan todeta, että yhdelläkään vastaajista ei ole käytännön kokemusta laitteiden asentamisesta kiinteistöjen sähköasennuksissa, vaikka uudistunut standardi suosittelee käyttämään sitä tietyissä asennuksissa.

Tyypillinen vastaus ensimmäiseen kysymykseen oli:

T2: Ei ole kokemusta

T7: Ei vielä mitään

Kahdella vastaajalla oli kokemusta valokaarisuojauksesta, mutta heilläkin kokemus rajoittui ainoastaan suurjännitepuolen asennuksiin. Esimerkkinä suurjännitepuolen asennuksista nousi laitosten suurjänniteasennukset, joita voi löytyä muun muassa suurempien liikerakennusten liittymiskojeistoina.

T5: Asiaan olen tutustunut ja suurjännitepuolelta se onkin minulle tuttu. Kiinteistö asennuksissa emme ole komponenttejä asentanut.

T1: Niitä on asennettu vähän, voidaan sanoa, että ei ollenkaan ihan perus kiinteistöihin. Tyypillisimmät kohteet ovat sairaalat ja kiinteistön oman 20 kV verkon liittymiskojeistot (muihin ei asenneta).

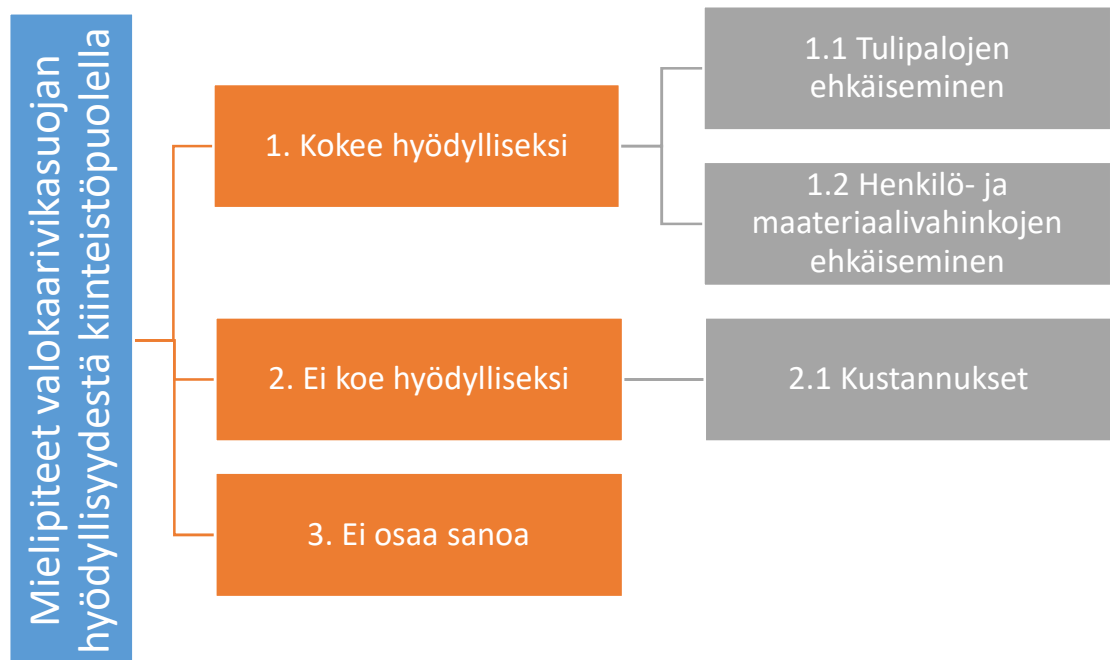
Yksi vastaaja tiesi lisäksi sanoa, että laitteiden asentamisessa haasteena on saada kuitukaapelit pysymään ehjänä.

5.2 Mielipiteet valokaarivikasuojauksen hyödyllisyydestä kiinteistöjen sähköasennuksissa

Yhtenä tutkimustehtävänä oli selvittää, miten hyödylliseksi laitteiden käyttö mielletään kiinteistöjen sähköasennuksissa. Tutkimukseen osallistuneiden vastaukset jakautuivat kolmeen yläkategoriaan; 1) heihin, jotka kokivat laitteiden käytön hyödylliseksi, 2) heihin, jotka eivät kokeneet laitteiden käyttöä hyödylliseksi sekä 3) heihin, jotka eivät osanneet sanoa mielipidettään (Kuvio 2).

Laitteiden käytön hyödyllisyys sekä sen kautta myönteiset puolet laitteiden käytöstä muodostivat lisäksi alakategoriat tulipalojen ehkäisy sekä henkilö- ja materiaalivahingot.

Hyödyttömyys ja sitä kautta kielteiset kokemukset muodostivat alakategorian kustannukset. (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Mielipiteet valokaarivikasuojauksen hyödyllisyydestä kiinteistöasennuksissa

Valtaosa vastaajista (5/7) kuului yläkategoriaan 1, eli kokivat laitteen käytön hyödylliseksi kyseisissä asennuksissa (Kuvio 2). Yksi vastaaja ei osannut sanoa mielipidettään, sillä oli tutustunut vain vähän aiheeseen sekä yksi vastaaja ei kokenut laitteesta hyötyä ja perusteli vastauksensa pieniin hyötyihin verrattuna kustannuksiin:

T1: Hyödyt kiinteistölle ovat aika minimaaliset verrattuna aiheutuneisiin kustannuksiin. Kiinteistöissä tulee olla jotain sellaista, miksi se kannattaa laittaa.

Laitteen hyödylliseksi kokeneiden vastaajien vastaukset olivat pitkälti toistensa kaltaisia ja niistä pystyttiin löytämään selkeät päälinjat. Tulipalojen ehkäisyyn olivat ottaneet kantaa muun muassa seuraavat vastaajat:

T4: -Valokaaren lämpöhaittojen estäminen, ja sitä kautta mahdollisten sähkövian aiheuttaman tulipalon estäminen

T6: Uskon sen vähentävän huoneistopaloja ja -kuolemia

Lisäksi henkilö- ja materiaalivahinkojen ehkäiseminen nousi yhdeksi kategoriaksi, vaikka toisaalta se voidaan nähdä myös seurauksena tulipalojen ehkäisemisestä. Vastauksista voitiin huomata, että valokaari voi vahingoittaa myös sähkölaitteita, kuten pistorasioita, joiden korjaaminen ja uusiminen aiheuttaa kustannuksia.

T7: Nytkin korjataan paljon esim palaneita pistorasioita

Laitteiden hyödyllisyys ja tätä kautta mahdollinen tarpeellisuus nähtiin vastauksista valokaarivikasuojusta puhuttaessa. Sähköturvallisuusviranomaisten uskottiin tutkineen asiaa hyödyllisyyden kannalta ennen kuin standardeissa siirryttiin laitteen suosittelemiseen.

T4: -Erittäin hyödylliseksi, mikäli mahdolliset valokaarien syntyminen vikatilanteissa voisi tällä minimoida

T5: Uskon Tukesin tutkineen asian perusteellisesti ja suojauksen olevan hyödyllinen.

Vastausten perusteella voidaan päätellä, että mikäli hyödyllisyys osoitetaan tutkimustiedon avulla, laitteen käyttö tulee mahdollisesti lisääntymään tulevaisuudessa kiinteistöjen sähköasennuksissa.

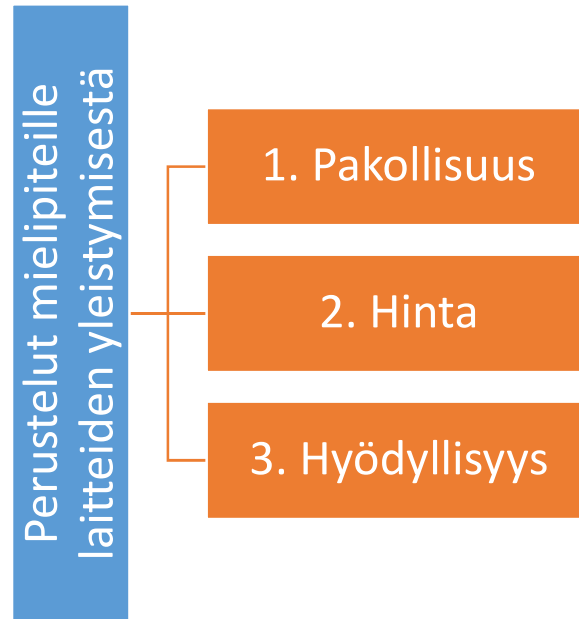
5.3 Vastaajien näkemys valokaarivikasuojauksen yleistymisestä kiinteistöjen sähköasennuksissa

Kyselyn yhtenä tarkoituksena oli selvittää tutkittavien mielipiteitä valokaarivikasuojan yleistymisestä kiinteistöjen sähköasennuksissa Suomessa.



Kuvio 3. Mielipiteet laitteiden käytön yleistymisestä

Tutkittavat jakautuivat kahteen eri ryhmään sen perusteella, uskoivatko he valokaarivikasuojalaitteen yleistymiseen kiinteistöjen sähköasennuksissa vai eivät (Kuvio 3). Lisäksi vastaus pyydettiin perustelemaan ja perustelut jakautuivat kolmeen kategoriaan, jotka ovat; pakollisuus, hinta ja hyödyllisyys (Kuvio 4).



Kuvio 4. Perusteet mielipiteille laitteiden käytön yleistymisestä

Suurin osa vastaajia uskoo laitteiden yleistymiseen, mikäli tulevaisuudessa lainsäädännöllä pakotetaan käyttämään laitteita kiinteistöjen sähköasennuksissa. Vastaavasti korkeat kustannukset laitteen hyödyllisyyteen verrattuna nähtiin syynä sille, etteivät laitteet ole ainakaan vielä yleistyneet käytössä.

Osa vastaajista kokee, että valokaarivikasuojalaitteen käytön tulee tulla pakolliseksi vikavirtasuojalaitteiden tavoin kiinteistöjen sähköasennuksissa, jotta sen käyttö yleistyy.

T2: Käyttö voi yleistyä mutta luulen että vain vähäisessä määrin, mikäli se ei tule pakolliseksi.

T5: Samanlailla mennään kun vikavirtasuojauksen kanssa.

Valokaarivikasuojalaitteita on tulevaisuudessa kyettävä valmistamaan edullisemmin kuin tällä hetkellä, jotta käyttö voi yleistyä. Lisäksi laitetarjonnan on laajennuttava entisestään. Tekniikoissa, jotka eivät konkreettisesti näy kuluttajalle hintatason tulisi olla kohtuullinen, jotta tekniikka voitaisiin ottaa laajemmin käyttöön, mikäli sitä ei määräyksillä velvoiteta käyttämään.

T4: -Laitteiden hintataso myös vaikuttaa, kuinka nopeasti se otetaan meillä Suomessa käyttöön

T7: Asuinpuolella mennään hinta eturintamalla joten uudet näkymättömät asiat tulevat hitaasti.

Osa vastaajista ei koe, että valokaarivikasuojalaitteen käyttö tulee merkittävästi lisääntymään tai vähentymään tulevaisuudessa. Näkemys perustuu muun muassa siihen, että hyödyt koetaan pieniksi aiheutuneisiin kustannuksiin nähden. Tilannetta voidaan havainnollistaa yhden tutkittavan riskienhallintamallin avulla:

T1: Heti kun puhutaan esimerkiksi sairaala- tai jostain lentokenttämaailmasta, ovat saadut hyödyt kustannuksiin nähden järkeviä. Asiaa mielestäni kannattaa lähteä tutkimaan riskinhallinnan kautta -> jos käy tilanne, jossa valokaarisuojalaite toimii -> mitä aiheuttaa -> mitkä ovat seurauksen kustannukset. Tämä peilata myös toisten päin -> mitä jos suojalaitetta ei ole -> mitä aiheuttaa -> kustannukset.

T7: Niiden hyöty voi jäädä pieneksi koska nykyisin ryhmät ovat varsin pieniä yhdelle sulakkeelle niin ei pääse syntymään helposti esim. ylikuumenemistilanteita.

Yhden vastaajan mielestä laitteiden käyttö tullee lisääntymään erikoiskohteissa kuten vanhusten asunnoissa.

T3: Luultavasti [erikoiskohteissa] käytetään yhdistelmälaitteita, joissa on katkaisija, vikavirta ja valokaarivikatoiminto.

Lisäksi yhden vastaajan mielestä olisi hyvä saada lisätietoa laitteiden käytöstä ja kokemuksista muualta Euroopasta. Lisäksi kokemusten kautta saatu tieto hyödyllisyydestä koetaan tärkeäksi, kun mietitään laitteiden yleistämistä Suomessa.

6 Pohdinta

Tässä luvussa peilataan saatuja tuloksia aiempiin tutkimuksiin sekä esitellään tutkimustulosten pohjalta esiin tulleita jatkotutkimusaiheita. Luvussa pohditaan myös tutkimuksen eettisyyttä ja luotettavuutta.

6.1 Tulokset suhteessa aiempiin tutkimuksiin sekä jatkotutkimusaiheet

Tuloksista huomataan, että vastaajat eivät olleet käyttäneet valokaarivikasuojausta lainkaan normaalien kiinteistöjen asennuksissa lukuun ottamatta 20 kV:n liittymiskojeistoja. Voidaan lisäksi ajatella, että jos jollain taholla olisi ollut kokemusta asiasta, he olisivat ehkä osallistuneet helpommin kyselyyn vastaamiseen. Voidaan siis todeta, että laitteiden käyttö kiinteistöjen sähköasennuksissa on tällä hetkellä erittäin harvinaista Suomessa. Vaikka käyttö on tällä hetkellä harvinaista, tutkimuksen tuloksista huomataan, että laitteet ja niiden käyttö koetaan usein hyödylliseksi.

Laitteiden hyödyt nähtiin sähkötulipalojen ehkäisemisessä sekä sitä kautta paloista johtuvien henkilö- ja materiaalivahinkojen ehkäisemisessä. Lisäksi tämän tutkimuksen luvussa 3.2 esitetyn, Yhdysvalloissa AFCI Safety'n julkaiseman materiaalin mukaan sikäläisellä valokaarivikasuojualla on ollut positiivisia vaikutuksia sähköpalojen ehkäisemiseen. Winstanley on lisäksi listannut valokaarivikasuojuuksen tärkeimpien teknologioiden joukkoon sähköpalojen ehkäisemisessä Yhdysvalloissa. Voidaan miettiä, että jos laitteiden käytöllä voidaan esimerkiksi pelastaa yksi henkilö vuodessa ja palosta johtuvat muut vahingot, onko laitteiden käyttö hyödyllistä. Voidaan lisäksi ajatella, että mikäli asuinhuoneistossa on jotain erittäin arvokasta materiaalia, kohde voitaisiin varustaa valokaarivikasuojualla paloriskien minimoinniksi; esimerkkinä arvokkaat huonekalut, taulut tai matot, jotka ovat palavaa materiaalia.

Laitteiden hintataso vaikuttaa vastaajien mielipiteisiin monessa vastauksessa. Laitteiden tekniikka on monimutkaisempaa kuin tavallisessa henkilösuojalaitteessa, joka sisältää

johdonsuoja- ja vikavirtasuojakomponentit. Monimutkaisempi tekniikka voi johtaa alussa laitteiden epäluotettavuuteen ja sitä kautta huonoon maineeseen (Nurmi 2018). Mutkikkaampi tekniikka nostaa valokaarivikasuojalaitteiden hintatason huomattavasti korkeammaksi kuin perinteisen suojauksen. Esimerkkinä SLO:n (sähkötarvikkeiden tukkuliike) tuotehakusivulta Siemensin valokaarivikasuoja maksaa 264,00 € ja henkilösuoja maksaa 109,00 € eli yli puolet vähemmän. Lisäksi valokaarisuojalaite oli sellainen, joka ei sisältänyt muita aiemmin mainittuja komponentteja, mikä lisää vielä täydellisen suojauksen kustannuksia.

Mikäli laitteet tulevat pakolliseksi ja sitä kautta niiden käyttö yleistyisi, tulisi laitteita kehittää ja saada niiden hinta saada kohtuulliseksi, jotta niiden käytöstä ei aiheutuisi kohtuuttomia kustannuksia. Tämä edellyttänee laitevalmistajilta laitteiden ja uusien tekniikoiden tutkimista, joiden ansiosta kustannukset voitaisiin minimoida. Kiinteistöpuolella hinta näyttelee kuitenkin suurta osaa kyseisten tekniikoiden käyttöönotossa kuten vastauksista käy ilmi. Lisäksi olisi hyvä tutkia, missä kohteissa valokaarivikasuojauksella saataisiin parhaat hyödyt. Yhdysvalloissa todettiin ilmastointilaitteiden aiheuttaneen merkittävän määrän sähköpaloja. Syynä voidaan pitää suurta laitetehoa, jonka seurauksena virran on merkittävämpi kuin esimerkiksi valaistusryhmissä. Suomessa esimerkiksi astianpesukone voisi olla laite, jonka syöttävää pistorasiaa ja kaapelointia voitaisiin miettiä suojattavaksi valokaarivikasuojalla.

Laitteiden käytön yleistymiseen uskottiin vaihtelevasti. Yleistymiseen nähtiin vaikuttavan laitteiden hintataso, pakollisuus määräyksissä sekä hyödyllisyys kiinteistöjen asennuksissa. Pakollisuus tietenkin velvoittaisi käyttämään laitteita ja ne tulisivat yleistymään merkittävästi. Olisi hyvä tutkia koko maailman laajuisesti käyttökokemuksia, sekä laskelmia kustannuksista, jotta voitaisiin arvioida laitteiden hyödyllisyyttä verrattuna kustannuksiin. Tämän jälkeen laitteiden pakollisuutta voitaisiin miettiä perustellusti esimerkiksi Suomessa 2022 uudistuvaan SFS 6000 standardisarjaan. Standardisarja perustuu kansainvälisiin sarjoihin, mutta niihin on mahdollista tehdä kansallisia muutoksia, kuten Saksa on tehnyt valokaarivikasuojauksen osalta jo tällä hetkellä (Nurmi 2018).

Mikäli laitteet yleistyisivät tulevaisuudessa, niiden käytöstä tulisi saada jatkuvasti tutkimustietoa. Laitteiden hyödyllisyyttä voitaisiin tutkia esimerkiksi vertailemalla

aiheutuneita kustannuksia ja saatuja säästöjä. Aiheutuneet kustannukset muodostuisivat lähinnä asennettujen laitteiden hinnasta verrattuna perinteiseen suojaukseen. Saadut säästöt voitaisiin arvioida miettimällä, kuinka monta sähköpaloa olisi voitu keskimäärin välttää käyttämällä suojausta ja sitä kautta arvioida euromääräisesti säästöjä. Ihmishenget ovat tässä arvioinnissa hankalia, sillä niitä ei voida luotettavasti arvottaa. Lähinnä voidaan miettiä, onko perusteltua käyttää laitteita, mikäli sillä voitaisiin pelastaa yksikin ihminen tulipalokuolemalta. Lisäksi olisi perusteltua saada tutkimustietoa muualta maailmasta laitteiden käytöstä. Esimerkiksi Saksassa laitteet ovat olleet jo pakollisia tietyissä asennuksissa, joten sieltä saatua tietoa voisi hyvin hyödyntää myös Suomessa, sillä sikäläiset asennusstandardit pohjautuvat samoihin IEC standardeihin kuin Suomessa (SESKO 2017, 2-6).

6.2 Eettinen pohdinta

Tutkimus on toteutettu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan antamia eettisiä ohjeita noudattaen. Yleisesti tutkimus on toteutettu rehellisesti, siinä on huolehdittu tulosten tallentamisesta täsmällisellä tavalla sekä muiden tutkijoiden sekä julkaisijoiden julkaisuihin on viitattu asianmukaisella tavalla. (TENK 2012a.)

Ihmisiä tutkittaessa on tärkeää kiinnittää huomiota kolmeen pääkohtaan; tutkittavan itsemääräämisoikeuden kunnioittamiseen, vahingoittamisen välttämiseen ja tutkittavan yksityisyyteen ja tietosuojaan. Itsemääräämisoikeudella tarkoitetaan tämän tutkimuksen osalta sitä, että tutkimukseen vastaaminen perustuu vapaaehtoisuuteen. (TENK 2012b.) Itsemääräämisoikeus huomioitiin kertomalla saatekirjeen yhteydessä, että vastaaminen on vapaaehtoista eikä ketään tutkittavaa painostettu vastaamaan.

Vahingon välttämiseen liittyy kielto aiheuttaa tutkittavalle taloudellisia, henkisiä ja sosiaalisia haittoja (TENK 2012b). Tutkimus ei aiheuttanut tutkittaville vahinkoa, sillä vastaaminen perustui vapaaehtoisuuteen ja kaikkiin kysymyksiin ei ollut pakko vastata, mikäli ei halunnut tuoda mielipidettään ilmi. Tutkimuksessa tulee huolehtia myös tutkittavan yksityisyydestä ja anonymiteetistä (TENK 2012b). Tutkittavilta ei kerätty tunnistetietoja, mutta vastaajan nimi kävi ilmi sähköpostista, josta vastaus lähetettiin. Sähköpostit kuitenkin hävitettiin välittömästi tietojen tallentamisen jälkeen eikä

tunnistetietoja siirretty vastausten yhteyteen tallennusvaiheessa. Tutkimusraportinkaan perusteella ei voida päätellä, ketkä ovat vastanneet tutkimukseen. Tutkimuksesta käy ilmi, mistä kaupungeista vastauksia on tullut, mutta kaupunkeja ei voida yhdistää tutkittaviin.

6.3 Tutkimuksen luotettavuus

Aineiston luotettavuutta voidaan arvioida esimerkiksi saturaation sekä reliaabeliuden ja validiuden avulla (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2014, 182, 231–232). Saturaatiolla tarkoitetaan sitä, etteivät uudet vastaukset tuo enää merkittävää lisätietoa aineistoon (Hirsjärvi ym. 2014, 182). Aineiston riittävyttä oli vaikea ennalta määritellä tässä tutkimuksessa. Saturaatiota eli kylläntymistä voidaan kuitenkin sanoa tapahtuneen jo tutkimukseen saatujen vastausten pohjalta, sillä uudet vastaukset eivät enää tuoneet juurikaan uutta tietoa tutkimusongelmien kannalta. Tietenkin tulokset olisivat olleet luotettavampia, mikäli tutkimukseen olisi osallistunut suurempi määrä vastaajia.

Analyysin kattavuus perustuu siihen, että tutkimuksen tulokset tulee esittää selkeästi ja läpinäkyvästi (Eskola & Suoranta 2008, 215). Tätä periaatetta on noudatettu tämän tutkimuksen tulosten esitystavassa. Reliaabeliudella tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta (Hirsjärvi ym. 2014, 231). Toisin sanoen tutkimuksesta tuli saada kerta toisensa jälkeen samanlaisia tuloksia samoilla menettelytavoilla. Laadullisen tutkimuksen ongelmana on kuitenkin se, että mikäli kyselylomakkeella kerättäisiin myöhemmin aineistoa, tulokset saattaisivat olla erilaisia. Syynä tähän on, että laitteen käytöstä saattaisi olla enemmän ja monipuolisempaa kokemusta. Silti tutkimus voitaisiin toteuttaa saman kyselylomakkeen avulla ja saataisiin tarkoituksenmukaisia vastauksia.

Validiteetti tarkoittaa puolestaan siitä, että laaditut mittarit mittaavat juuri niitä asioita, joita halutaan tutkia (Hirsjärvi ym. 2014, 231–232). Koekyselyn avulla selvitettiin tutkimuslomakkeen toimivuus ja todettiin, että saadut vastaukset vastaavat tarkoituksenmukaisesti annettuihin kysymyksiin. Tutkimuksen luotettavuutta voidaan lisätä siten, että kaikki tutkimuksen vaiheet avataan huolellisesti tutkimusraportissa (Hirsjärvi ym. 2014, 232). Tutkimuksessa on esitelty tarkasti aineistonkeruu- sekä

analysointimenetelmä. Tutkija on pyrkinyt objektiivisuuteen tuloksia analysoidessaan ja kaikki päätelmät perusteluineen on kerrottu tutkimuksen raportoinnissa.

Lähteet

- AFCI Safety. 2018. Low voltage distribution equipment section. <http://www.afcisafety.org/>. Viitattu 20.2.2018.
- Autio, I. 2004. Kaapeleiden paloturvallisuus. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Kustannusosakeyhtiö Vastapaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Häkkinen, K. 1996. Fenomenografisen tutkimuksen juuria etsimässä: teoreettinen katsaus fenomenografisen tutkimuksen lähtökohtiin. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Kumpulainen, L. 2014. Vaasalaistekniikka pelastaa henkiä. https://www.univaasa.fi/fi/education/open/opintotarjonta/sanomalehtiylipisto/slyo_s14/sanomayo_1020.pdf Viitattu 3.2.2018.
- Linja-aho, V. 2017. Valokaarivikasuoja suosittelaa estämään tulipaloja. <http://etn.fi/index.php/13-news/6066-valokaarivikasuoja-suositellaan-estamaan-tulipaloja> Viitattu 28.1.2018.
- Nurmi, Nenonen & Sjöholm. 2005. Sähköpalot Suomessa TUKES-julkaisu 2/2005. https://tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/2_2005.pdf Viitattu 3.2.2018.
- Nurmi, Tapani. 2018. Kirjallinen henkilökohtainen tiedonanto sähköpostikyselyn yhteydessä. Saapunut 6.2.2018
- Petäys, A. 2017. Älykkään sähköverkon valvontaratkaisut. Tampereen ammattikorkeakoulu. Automaatioteknologia YAMK. Opinnäytetyö. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130626/Petays_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y Viitattu 9.1.2018
- Piispa, O. 2017. Verkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän vaikutukset sähköverkonasentajien työturvallisuuteen. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikka. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137978/Piispa_Oskari.pdf?sequence=1&isAllowed=y Viitattu 16.1.2018
- SESKO ry. 2017. SFS 6000 -standardisarja 2017: Pienjännitesähköasennukset -esite <http://www.sesko.fi/files/845/KK600-esite2017web.pdf> Viitattu 12.1.2018
- SFS ry. 2017a. Pienjännitesähköasennukset. Internetjulkaisu SFS ry:n kotisivuilla. <https://www.sfs.fi/sfs6000>. Viitattu 12.1.2018

- SFS ry. 2017b. SFS-käsikirja 600-1-1: Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset (SFS6000 osat 1-6). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- STUL (Sähkö- ja Teleurakoitsijaliitto). 2017. D1-2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Tukes. 2017. Sähköpalot.
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/sahkolaitteiden-paloturvallisuus/> Viitattu 17.2.2018
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta TENK. 2012a. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa.
http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf Viitattu 4.3.2018
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta TENK. 2012b. Eettinen ennakkoarviointi ihmistieteissä.
<http://www.tenk.fi/fi/eettinen-ennakkoarviointi-ihmistieteissa> Viitattu 4.3.2018
- Utriainen, T. 2017. Aurinkosähköjärjestelmien paloturvallisuusriskien kartoittaminen ja niiden minimointi. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikka. Opinnäytetyö.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/134295/Timo_Utriainen.pdf?sequence=1&isAllowed=y Viitattu 3.2.2018.
- Winstanley, G. 2007. Arc Fault Detection: Your Questions Answered. National Electrical Manufacturers Association 1/11 2017.
<http://www.ecmweb.com/content/arc-fault-detection-your-questions-answered> Viitattu 2.3.2018.

Liitteet

Liite 1: Tutkimuskyselylomake

1

**VALOKAARIVIKASUOJALAITTEIDEN KÄYTTÖ
KIINTEISTÖJEN SÄHKÖASENNUKSISSA**
-tutkimukseen liittyvä kyselylomake

Mikko Laakkonen
Karelia-ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
(sähköinen talotekniikka)

1. Millaisia kokemuksia teillä on valokaarivikasuojalaitteen käytöstä kiinteistöjen sähköasennuksissa?



2. Miten hyödylliseksi koette valokaarivikasuojalaitteen käytön kiinteistöjen sähköasennuksissa?

3. Uskotteko valokaarivikasuojalaitteen käytön yleistyvän tulevaisuudessa kiinteistöjen sähköasennuksissa? Perustele.

Liite 2: Sähköpostisaateviesti

Otsikko: Valokaarivikasuojalaitteen käyttö kiinteistöjen sähköasennuksissa -tutkimus

Teksti:

Hei!

Olen tekemässä tutkimusta valokaarivikasuojalaitteiden käytöstä kiinteistöjen sähköasennuksissa. Tutkimus on osa opinnäytetyötäni Karelia-ammattikorkeakoulussa. Tutkimukseni keskittyy tutkimaan laitteen käyttöä kiinteistöissä, sillä syksyllä 2017 voimaan tullut SFS 6000-4-42 -standardi koskee nimenomaan näitä asennuksia - toisin sanoen suuritehoiset asennukset eivät kuulu tähän tutkimukseen.

Tutkimukseni tavoitteena on kartoittaa sähköalan ammattilaisten kokemuksia ja mielipiteitä kyseisestä laitteesta. Olen valinnut sähköurakoitsijoita, suunnittelijoita, keskusvalmistajia sekä muutaman viranomaistahon kyselyn kohteeksi eri puolilta Suomea. Tämän viestin liitteenä on kyselylomake, jonka avulla aion tutkia aihetta. Korostan, että vaikka laitteen käytöstä ei olisi vielä kokemusta, vastauksenne ja mielipiteenne ovat silti tutkimuksen kannalta tärkeitä. Kyselylomakkeessa on kolme sanallista kysymystä, ja niihin **vastaaminen ei vie montaa minuuttia**. Lomake on MS Word- tiedosto, ja lomakkeen voi palauttaa samassa tiedostomuodossa.

Lisäksi, mikäli haluatte tuoda muita näkökulmia/mielipiteitä ilmi aiheeseen liittyen, pyydän laittamaan ne esimerkiksi sähköpostiviestiin, ei lomakkeeseen. Myös nämä tiedot auttavat tutkimuksen teossa.

Toivoisin teiltä mahdollisimman pikaista vastaamista. Vastausten tulee kuitenkin olla perillä viimeistään 16.02.2018. Tämän päivämäärän jälkeen tulleita vastauksia ei voida ottaa huomioon.

Mikäli et ole itse halukas osallistumaan tutkimukseen, tämän viestin saa välittää yrityksenne sisällä, mikäli yrityksestänne löytyisi sopiva henkilö vastaamaan kyselyyn. Tutkimukseen osallistuminen perustuu vapaaehtoisuuteen. Vastaajien yritys- ja henkilötiedot eivät tule ilmi työn teossa eivätkä raportoinnissa. Lisätietoja tutkimuksesta voi kysyä sähköpostilla tai puhelimitse.

Ystävällisin terveisin:

Mikko Laakkonen

Karelia-ammattikorkeakoulu

Talotekniikan koulutus (sähköinen talotekniikka)

p. 0445004146

e-mail: Mikko.J.Laakkonen@edu.karelia.fi